

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

JC986 U.S. PTO
09/899327
10/50770
07/05/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 7月 7日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-207128

出 願 人

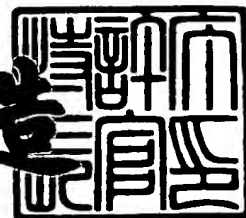
Applicant(s):

株式会社村田製作所

2001年 4月20日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3032545

【書類名】 特許願

【整理番号】 T3731

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01C 19/56
G01P 9/04

【発明の名称】 角速度センサ

【請求項の数】 4

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田
製作所内

【氏名】 持田 洋一

【特許出願人】

【識別番号】 000006231

【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

【代理人】

【識別番号】 100079441

【弁理士】

【氏名又は名称】 広瀬 和彦

【電話番号】 (03)3342-8971

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006862

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004887

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 角速度センサ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板と、該基板と隙間をもって対向し互いに直交する X 軸、Y 軸、Z 軸からなる 3 軸方向のうち Y 軸方向に並んで配置され振動発生手段によって X 軸方向に振動する複数の質量部と、該各質量部を X 軸方向に変位可能に連結する支持梁と、該支持梁のうち前記各質量部が互いに逆位相で振動するときの節に対応する部位を前記基板に接続する固定部と、前記各質量部が Y 軸または Z 軸方向に変位するときの変位量を角速度として検出する角速度検出手段とによって構成としてなる角速度センサ。

【請求項 2】 前記支持梁は前記各質量部を Z 軸方向に変位可能に支持し、前記角速度検出手段は前記各質量部が Z 軸方向に変位するときの変位量を検出する構成としてなる請求項 1 に記載の角速度センサ。

【請求項 3】 前記各質量部は、Y 軸方向に対して中央に位置する第 1 の質量部と、Y 軸方向に対して該第 1 の質量部の両側に位置する第 2 の質量部とによって構成し、前記第 1 の質量部は Y 軸方向に変位する検出梁を介して前記支持梁に支持され、前記角速度検出手段は前記第 1 の質量部が Y 軸方向に変位するときの変位量を検出する構成としてなる請求項 1 に記載の角速度センサ。

【請求項 4】 基板と、該基板と隙間をもって対向し互いに直交する X 軸、Y 軸、Z 軸からなる 3 軸方向のうち振動発生手段によって X 軸方向に振動する第 1 の質量部と、該第 1 の質量部を挟んで Y 軸方向の両側に設けられ振動発生手段によって X 軸方向に振動する第 2 の質量部と、前記第 1 の質量部と第 2 の質量部との間に位置して第 1 の質量部を取囲む第 3 の質量部と、前記第 2 の質量部を X 軸方向に変位可能に連結する支持梁と、該支持梁に対して前記第 3 の質量部を連結する連結部と、前記第 3 の質量部に対して第 1 の質量部を Y 軸方向に変位可能に連結する検出梁と、前記支持梁のうち前記第 1、第 3 の質量部と第 2 の質量部とが互いに逆位相で振動するときの節に対応する部位を前記基板に接続する固定部と、前記第 1 の質量部が Y 軸方向に変位するときの変位量を角速度として検出

する角速度検出手段とによって構成してなる角速度センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば回転体の角速度を検出するのに好適に用いられる角速度センサに関する。

【0002】

【従来の技術】

一般に、角速度センサとしては、基板と、該基板により支持梁を介して互いに直交する2方向に変位可能に支持された質量部と、該質量部を前記2方向のうち基板と平行な振動方向に振動させる振動発生手段と、前記質量部が前記振動方向と直交する検出方向に変位するときの変位量を角速度として検出する角速度検出手段とから構成されたものが知られている（例えば、特開平5-312576号公報等）。

【0003】

この種の従来技術による角速度センサは、基板に対して平行なX軸、Y軸と垂直なZ軸のうち、例えばX軸方向に沿って質量部を所定の振幅で振動させ、この状態でZ軸周りの角速度が加わると、質量部にはY軸方向のコリオリ力（慣性力）が作用する。これにより、質量部はY軸方向に変位するので、角速度検出手段は、このときの質量部の変位量を静電容量等の変化として検出することにより、角速度に応じた検出信号を出力するものである。

【0004】

この場合、質量部は、基板に設けられた支持梁によってX軸方向等に変位（振動）可能に支持されている。そして、この支持梁は、基端側が基板に固定され、先端側が質量部に連結されると共に、角速度センサの作動時には、支持梁が撓み変形することによって質量部がX軸方向に振動する構成となっている。

【0005】

また、例えば特開平7-218268号公報に記載された他の従来技術では、音叉型センサと呼ばれる角速度センサを用い、基板上に配置した一対の質量部を

互いに逆位相で振動させることにより、質量部から支持梁を介して基板に伝わる振動を一对の質量部によって互いに打消す構成としている。

【0 0 0 6】

この場合、一对の質量部を支持する支持梁は、例えば各質量部を基板に対して1箇所支持するために複数の折曲げ部が形成された複雑な形状を有し、先端側が分岐して各質量部にそれぞれ連結されている。

【0 0 0 7】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述した従来技術では、質量部が支持梁を介して基板に連結されているため、質量部が基板上で振動するときには、その振動が支持梁を介して基板側に伝わり易い。

【0 0 0 8】

このため、角速度センサの作動時には、振動エネルギーが基板側に漏れることによって質量部の振幅、振動速度等が減少し、角速度によるコリオリ力が小さくなって検出感度が不安定となる虞れがある。また、基板側に振動が伝わると、質量部は、角速度が加わっていないにも拘らず、基板の振動により検出方向に振動することがあるため、角速度の検出値に誤差が生じ易くなり、信頼性が低下するという問題がある。

【0 0 0 9】

これに対し、他の従来技術では、一对の質量部を互いに逆位相で振動させることによって基板側に伝わる振動を打消す構成としている。しかし、これらの質量部は、複雑な折曲げ形状をもつ支持梁によって支持されているため、センサの製造時には、例えば支持梁の寸法、形状、撓み変形時の特性等を両側の質量部に対して均等に形成するのが難しい。

【0 0 1 0】

このため、他の従来技術では、支持梁の寸法ばらつき、加工誤差等によって一对の質量部の振動状態に差が生じることがあり、各質量部から基板側に伝わる振動を安定的に打消すことができないという問題がある。

【0 0 1 1】

本発明は上述した従来技術の問題に鑑みなされたもので、本発明の目的は、質量部から支持梁を介して基板側に振動が伝わるのを防止でき、その振動状態を基板上で安定的に保持できると共に、検出感度、検出精度を高めて信頼性を向上できるようにした角速度センサを提供することにある。

【 0 0 1 2 】

【課題を解決するための手段】

上述した課題を解決するために請求項 1 の発明は、基板と、該基板と隙間をもって対向し互いに直交する X 軸、Y 軸、Z 軸からなる 3 軸方向のうち Y 軸方向に並んで配置され振動発生手段によって X 軸方向に振動する複数の質量部と、該各質量部を X 軸方向に変位可能に連結する支持梁と、該支持梁のうち前記各質量部が互いに逆位相で振動するときの節に対応する部位を前記基板に接続する固定部と、前記各質量部が Y 軸または Z 軸方向に変位するときの変位量を角速度として検出する角速度検出手段とからなる構成を採用している。

【 0 0 1 3 】

このように構成することにより、複数の質量部を支持梁によって振動方向（X 軸方向）と直交する Y 軸方向に沿って連結でき、例えば各質量部のうち一部の質量部を振動発生手段によって振動させることにより、互いに隣合う質量部をほぼ逆位相で振動させることができ、このとき各質量部を連結する支持梁の途中部位には、支持梁が各質量部と一緒に振動するときにはほぼ一定の位置を保持する振動の節を配置することができる。そして、固定部は、この振動の節に対応する位置で支持梁（各質量部）を基板側に固定しているので、各質量部の振動が支持梁を介して基板側に伝わるのを抑制することができる。

【 0 0 1 4 】

また、請求項 2 の発明によると、支持梁は前記各質量部を Z 軸方向に変位可能に支持し、前記角速度検出手段は前記各質量部が Z 軸方向に変位するときの変位量を検出する構成としている。

【 0 0 1 5 】

これにより、各質量部を X 軸方向に振動させつつ、角速度に応じて加わるコリオリ力によって Z 軸方向に変位させることができ、このときの変位量を角速度検

出手段により角速度として検出することができる。

【 0 0 1 6 】

また、請求項 3 の発明によると、各質量部は、Y 軸方向に対して中央に位置する第 1 の質量部と、Y 軸方向に対して該第 1 の質量部の両側に位置する第 2 の質量部とによって構成し、前記第 1 の質量部は Y 軸方向に変位する検出梁を介して前記支持梁に支持され、前記角速度検出手段は前記第 1 の質量部が Y 軸方向に変位するときの変位量を検出する構成としている。

【 0 0 1 7 】

これにより、第 1 の質量部を挟んで第 2 の質量部を対称に配置でき、これらの質量部を X 軸方向に対して互いに逆位相で安定的に振動させることができる。そして、この状態で第 1 の質量部が角速度に応じて Y 軸方向に変位するときには、その変位量を角速度検出手段により角速度として検出できる。また、センサに角速度が加わっていないときには、例えば支持梁が X 軸方向に撓み変形することによって第 1、第 2 の質量部が X 軸方向だけに振動し、このとき検出梁は Y 軸方向に変位しない状態を保持することができる。従って、第 1 の質量部が支持梁の撓み変形等によって Y 軸方向にも誤って変位するのを防止することができる。

【 0 0 1 8 】

一方、請求項 4 の発明では、基板と、該基板と隙間をもって対向し互いに直交する X 軸、Y 軸、Z 軸からなる 3 軸方向のうち振動発生手段によって X 軸方向に振動する第 1 の質量部と、該第 1 の質量部を挟んで Y 軸方向の両側に設けられ振動発生手段によって X 軸方向に振動する第 2 の質量部と、前記第 1 の質量部と第 2 の質量部との間に位置して第 1 の質量部を取囲む第 3 の質量部と、前記第 2 の質量部を X 軸方向に変位可能に連結する支持梁と、該支持梁に対して前記第 3 の質量部を連結する連結部と、前記第 3 の質量部に対して第 1 の質量部を Y 軸方向に変位可能に連結する検出梁と、前記支持梁のうち前記第 1、第 3 の質量部と第 2 の質量部とが互いに逆位相で振動するときの節に対応する部位を前記基板に接続する固定部と、前記第 1 の質量部が Y 軸方向に変位するときの変位量を角速度として検出する角速度検出手段とによって構成している。

【 0 0 1 9 】

これにより、第 1、第 2、第 3 の質量部全体を振動発生手段によって X 軸方向に振動させつつ、第 1 の質量部を角速度に応じて Y 軸方向に変位させることができる。また、センサに角速度が加わっていないときには、例えば支持梁が X 軸方向に撓み変形することによって第 1、第 2、第 3 の質量部が X 軸方向だけに振動し、このとき第 1 の質量部は、第 3 の質量部に取囲まれた位置で Y 軸方向に変位しない状態を保持できる。従って、第 3 の質量部は、支持梁の撓み変形等が Y 軸方向への変位となって第 1 の質量部に伝わるのを遮断することができる。

【 0 0 2 0 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態による角速度センサを、添付図面を参照しつつ詳細に説明する。

【 0 0 2 1 】

ここで、図 1 ないし図 4 は本発明による第 1 の実施の形態に係る角速度センサを示すものである。

【 0 0 2 2 】

図中、1 は本実施の形態に適用される角速度センサ、2 は該角速度センサ 1 の本体部分を構成する基板で、該基板 2 は、例えば高抵抗なシリコン材料、ガラス材料等によって四角形状に形成されている。

【 0 0 2 3 】

また、基板 2 上には、図 1 ないし図 3 に示す如く、例えば単結晶または多結晶をなす低抵抗なシリコン材料を基板 2 上に設けてエッチング処理等の微細加工を施すことにより、後述の中央質量部 3、外側質量部 4、支持梁 5、固定部 6、駆動電極 8、9、検出電極 11、12 等が形成されている。

【 0 0 2 4 】

3 は基板 2 の中央近傍に配置された第 1 の質量部としての中央質量部で、該中央質量部 3 は、例えば四角形の平板状に形成されている。そして、中央質量部 3 は、各支持梁 5 を介して外側質量部 4 と連結され、これらの質量部 3、4 は、支持梁 5 によって X 軸方向（振動方向）および Z 軸方向（検出方向）に変位可能に支持されると共に、基板 2 と平行な平面内で Y 軸方向に沿ってほぼ直線状に並ん

で配置されている。

【 0 0 2 5 】

4, 4 は Y 軸方向に対して中央質量部 3 の両側に配置された第 2 の質量部としての一对の外側質量部で、該各外側質量部 4 は、例えば四角形の平板状に形成されている。そして、各外側質量部 4 は、支持梁 5 の両端側に固着され、中央質量部 3 に対して X 軸方向に変位可能となっている。

【 0 0 2 6 】

5, 5, … は中央質量部 3 と外側質量部 4 とを X 軸方向に変位可能に連結する例えば 4 本の支持梁で、該各支持梁 5 は、互いにほぼ等しい長さ寸法をもって直線状に形成され、X 軸方向と Z 軸方向とに撓み変形可能となっている。また、支持梁 5 は、中央質量部 3 の両側に 2 本ずつ配置され、その 4 隅から外側質量部 4 に向けて Y 軸方向に延びている。

【 0 0 2 7 】

そして、角速度センサ 1 の作動時には、図 4 に示す如く、隣合う中央質量部 3 と外側質量部 4 とが互いにほぼ逆位相で X 軸方向に振動する。この場合、支持梁 5 の長さ方向途中部位には、これらの質量部 3, 4 が逆位相で一定の振動（共振）状態となったときに、質量部 3, 4 の振動が相殺されることによってほぼ一定の位置を保持する節部 5 A が配置されている。

【 0 0 2 8 】

6, 6, … は支持梁 5 の節部 5 A を基板 2 に接続する例えば 4 個の固定部で、該各固定部 6 は、図 1 ないし図 3 に示す如く、X 軸方向に対して各支持梁 5 の左, 右両側に 2 個ずつ配置され、後述の駆動電極用支持部 7 を挟んで Y 軸方向に離間している。そして、固定部 6 は、基板 2 上に固定された台座部 6 A と、該台座部 6 A から支持梁 5 に向けて X 軸方向に突出し、基板 2 から離間して配置された腕部 6 B とによって構成されている。

【 0 0 2 9 】

また、固定部 6 は、腕部 6 B の先端側が支持梁 5 の節部 5 A に連結され、該支持梁 5 と協働して質量部 3, 4 を X 軸方向および Z 軸方向に変位可能に支持している。そして、中央質量部 3 と外側質量部 4 とが逆位相で振動するときには、こ

これらの質量部 3, 4 の振動（慣性力）が支持梁 5 の節部 5 A で互いに打消されるため、固定部 6 は、質量部 3, 4 の振動が基板 2 に伝わるのを抑制する構成となっている。

【 0 0 3 0 】

一方、7, 7 は基板 2 上に設けられた駆動電極用支持部で、該各駆動電極用支持部 7 は、X 軸方向に対して中央質量部 3 の左、右両側に配置されている。

【 0 0 3 1 】

8, 8 は各駆動電極用支持部 7 に設けられた固定側駆動電極で、該各固定側駆動電極 8 は、支持部 7 から X 軸方向に突出し、Y 軸方向に間隔をもって櫛歯状に配置された複数の電極板 8 A, 8 A, … を有している。

【 0 0 3 2 】

9, 9 は各固定側駆動電極 8 に対応して中央質量部 3 に設けられた可動側駆動電極で、該各可動側駆動電極 9 は、中央質量部 3 から X 軸方向に櫛歯状をなして突出し、固定側駆動電極 8 の各電極板 8 A に噛合した複数の電極板 9 A, 9 A, … を有している。

【 0 0 3 3 】

1 0, 1 0 は基板 2 と中央質量部 3 との間に設けられた振動発生手段としての振動発生部で、該各振動発生部 1 0 は、固定側駆動電極 8 と可動側駆動電極 9 とによって構成されている。そして、振動発生部 1 0 は、これらの駆動電極 8, 9 間に交流の駆動信号を印加することによって、電極板 8 A, 9 A 間に静電引力を交互に発生し、中央質量部 3 を図 1 中の矢示 a 1, a 2 方向に振動させるものである。

【 0 0 3 4 】

1 1 は基板 2 上に設けられた固定側検出電極で、該固定側検出電極 1 1 は、図 1 ないし図 3 に示す如く、中央質量部 3 に面して配置されている。

【 0 0 3 5 】

1 2 は中央質量部 3 の裏面側に形成された可動側検出電極で、該可動側検出電極 1 2 は、固定側検出電極 1 1 と Z 軸方向の隙間を挟んで対向している。

【 0 0 3 6 】

13は基板2と中央質量部3との間に設けられた角速度検出手段としての角速度検出部で、該角速度検出部13は、固定側検出電極11と可動側検出電極12とからなる平行平板コンデンサを構成し、中央質量部3がY軸周りの角速度に応じてZ軸方向に変位するときには、この角速度を検出電極11、12間の静電容量の変化として検出するものである。

【0037】

本実施の形態による角速度センサ1は上述の如き構成を有するもので、次にその作動について説明する。

【0038】

まず、左、右の振動発生部10に逆位相となる交流の駆動信号を印加すると、左、右の固定側駆動電極8と可動側駆動電極9との間には、静電引力が交互に発生し、中央質量部3は、支持梁5が撓むことによって図1中の矢示a1、a2方向に振動する。

【0039】

そして、この振動状態で角速度センサ1にY軸周りの角速度 Ω が加わると、中央質量部3には、Z軸方向に対して下記数1の式に示すコリオリ力（慣性力）Fが作用するため、中央質量部3は、支持梁5が撓むことにより、コリオリ力FによってZ軸方向に変位する。

【0040】

【数1】

$$F = 2M1 \Omega v$$

但し、M1：中央質量部3の質量

Ω ：Y軸周りの角速度

v：中央質量部3のX軸方向の速度

【0041】

また、中央質量部3がZ軸方向に変位するときには、その変位量に応じて角速度検出部13の検出電極11、12の間隔（静電容量）が変化するので、角速度検出部13は、この静電容量の変化を角速度 Ω として検出し、角速度 Ω に応じた検出信号を出力する。

【 0 0 4 2 】

一方、質量部 3, 4 の振動状態について述べると、例えば中央質量部 3 が図 4 中に実線で示すように矢示 a1 方向へと変位（振動）するときには、支持梁 5 が X 軸方向に撓み変形し、中央振動部 3 の振動が支持梁 5 を介して外側質量部 4 に伝わることにより、外側質量部 4 は矢示 a2 方向へと変位する。また、中央質量部 3 が矢示 a2 方向に変位するときには、図 4 中に仮想線で示すように支持梁 5 が逆向きに撓むことにより、外側質量部 4 は矢示 a1 方向に変位する。

【 0 0 4 3 】

この結果、中央質量部 3 と外側質量部 4 とは、互いに振動の位相が約 180° ずれた逆位相で一定の共振状態となって振動し、この共振状態で支持梁 5 が撓み変形するときには、振動の節に対応する節部 5 A がほぼ一定の位置を保持するようになる。このため、質量部 3, 4 の振動が支持梁 5 と固定部 6 とを介して基板 2 に伝わることはほとんどない。

【 0 0 4 4 】

かくして、本実施の形態によれば、中央質量部 3 と外側質量部 4 とを支持梁 5 によって X 軸方向に変位可能に連結し、支持梁 5 の節部 5 A を固定部 6 によって基板 2 に接続する構成としたので、質量部 3, 4 が基板 2 上で振動するときには、隣合う中央質量部 3 と外側質量部 4 とを互いにほぼ逆位相で振動させることができる。そして、支持梁 5 の途中部位には、支持梁 5 が質量部 3, 4 と一緒に振動するときにはほぼ一定の位置を保持する節部 5 A を配置でき、この節部 5 A の位置では、質量部 3, 4 の振動（慣性力）を互いに打消すことができる。

【 0 0 4 5 】

この場合、中央質量部 3 と外側質量部 4 とを Y 軸方向に沿ってほぼ直線状に配置したので、例えば中央質量部 3 を X 軸方向に振動させることによって、この振動を支持梁 5 によって外側質量部 4 に効率よく伝達でき、簡単な構造によって質量部 3, 4 を逆位相で振動させることができる。また、中央質量部 3 を挟んで一対の外側質量部 4 を対称に配置することにより、質量部 3, 4 全体として安定した振動状態を実現することができる。

【 0 0 4 6 】

そして、固定部 6 は、支持梁 5 の節部 5 A を介して中央質量部 3 と外側質量部 4 とを支持しているので、これらの振動が基板 2 に伝わるのを確実に抑制でき、振動発生部 1 0 から質量部 3, 4 に加えられる振動エネルギーを基板 2 側に逃がすことなく、質量部 3, 4 を予め定められた振幅、振動速度等で効率よく振動させることができる。この結果、角速度 Ω に応じて質量部 3, 4 を所定の変位量分だけ確実に変位させることができ、センサの検出感度を安定させることができる。

【 0 0 4 7 】

また、角速度が加わっていないときには、質量部 3, 4 の振動が基板 2 に伝わることによって基板 2 が振動し、この振動で質量部 3, 4 が Z 軸方向に振動するのを防止でき、センサの検出精度を高めて信頼性を向上させることができる。

【 0 0 4 8 】

次に、図 5 は本発明による第 2 の実施の形態を示し、本実施の形態の特徴は、Z 軸周りの角速度を検出する角速度センサを構成したことにある。なお、本実施の形態では、前記第 1 の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

【 0 0 4 9 】

2 1 は本実施の形態による角速度センサ、2 2 は該角速度センサ 2 1 の基板で、該基板 2 2 上には、例えば低抵抗なシリコン材料等を用いて後述の中央質量部 2 3、外側質量部 2 4、支持梁 2 5、検出梁 2 6、固定部 2 7、駆動電極 2 9、3 0、検出電極 3 3, 3 4 等が形成されている。

【 0 0 5 0 】

2 3 は基板 2 2 の中央近傍に配置された第 1 の質量部としての中央質量部で、該中央質量部 2 3 は、支持梁 2 5 と検出梁 2 6 とを介して外側質量部 2 4 に連結され、これらの質量部 2 3, 2 4 は、支持梁 2 5 によって X 軸方向（振動方向）に変位可能に支持されている。また、中央質量部 2 3 は、検出梁 2 6 によって Y 軸方向（検出方向）に変位可能に支持されている。

【 0 0 5 1 】

2 4, 2 4 は Y 軸方向に対して中央質量部 2 3 の両側に配置された第 2 の質量部としての一对の外側質量部で、該各外側質量部 2 4 は、支持梁 2 5 の両端側に

固着され、中央質量部 23 に対して X 軸方向に変位可能となっている。また、これらの質量部 23, 24 は、基板 22 と平行な平面内で Y 軸方向に沿ってほぼ直線状に配置されている。

【0052】

25, 25 は各外側質量部 24 を X 軸方向に変位可能に連結する例えば 2 本の支持梁で、該各支持梁 25 は、互いにほぼ等しい長さ寸法をもって直線状に形成され、X 軸方向に撓み変形可能となっている。また、支持梁 25 は、中央質量部 23 の左、右両側に配置され、Y 軸方向に延びている。

【0053】

そして、角速度センサ 21 の作動時には、前記第 1 の実施の形態とほぼ同様に、中央質量部 23 と外側質量部 24 とが支持梁 25 等を介して互いにほぼ逆位相で X 軸方向に振動し、このとき支持梁 25 の長さ方向途中部位には、ほぼ一定の位置を保持する節部 25A, 25A が配置される構成となっている。

【0054】

26, 26 は Y 軸方向に撓み変形可能に形成された例えば 2 本の検出梁で、該各検出梁 26 は、X 軸方向に延びた直線状をなし、中央質量部 23 の左、右両側と各支持梁 25 の長さ方向中間部との間を連結している。また、検出梁 26 は、中央質量部 23 を各支持梁 25 間で Y 軸方向に変位可能に支持し、中央質量部 23 が支持梁 25 の中間部位に対して X 軸方向に変位するのを規制している。

【0055】

27, 27, …は支持梁 25 の節部 25A を基板 22 に接続する例えば 4 個の固定部で、該各固定部 27 は、第 1 の実施の形態とほぼ同様に、X 軸方向に対して各支持梁 25 の左、右両側に 2 個ずつ配置され、Y 軸方向に離間している。

【0056】

また、固定部 27 は、基板 22 上に固定された台座部 27A と、該台座部 27A から支持梁 25 に向けて X 軸方向に突出し、基板 22 から離間して配置された腕部 27B とによって構成され、腕部 27B は、その先端側が支持梁 25 の節部 25A に連結されている。これにより、固定部 27 は、質量部 23, 24 の振動が基板 22 に伝わるのを抑制するものである。

【 0 0 5 7 】

一方、28、28は基板22上に設けられた駆動電極用支持部で、該各駆動電極用支持部28は、Y軸方向に対して外側質量部24の両側に配置されている。

【 0 0 5 8 】

29、29は各駆動電極用支持部28に設けられた固定側駆動電極で、該各固定側駆動電極29は、支持部28から外側質量部24に向けて突出し、先端側がX軸方向にL字状をなして屈曲した複数の電極板29A、29A、…を有し、該各電極板29Aは、X軸方向に間隔をもって櫛歯状に配置されている。

【 0 0 5 9 】

30、30は各固定側駆動電極29に対応して各外側質量部24に設けられた可動側駆動電極で、該各可動側駆動電極30は、外側質量部24から櫛歯状に突出し、固定側駆動電極29の各電極板29Aに噛合した複数の電極板30A、30A、…を有している。

【 0 0 6 0 】

31、31は基板22と外側質量部24との間に設けられた振動発生手段としての振動発生部で、該各振動発生部31は、第1の実施の形態とほぼ同様に、固定側駆動電極29と可動側駆動電極30とによって構成され、質量部23、24を図5中の矢示a1、a2方向に振動させるものである。

【 0 0 6 1 】

32、32は基板22上に設けられた検出電極用支持部で、該各検出電極用支持部32は、Y軸方向に対して中央質量部23の両側に配置されている。

【 0 0 6 2 】

33、33は各検出電極用支持部32に設けられた固定側検出電極で、該各固定側検出電極33は、例えば略F字状に形成され、X軸方向に突出して櫛歯状に配置された複数の電極板33A、33A、…を有している。

【 0 0 6 3 】

34、34は各固定側検出電極33に対応して中央質量部23に設けられた可動側検出電極で、該各可動側検出電極34は、櫛歯状に配置された複数の電極板34A、34A、…を有し、該各電極板34Aは、固定側検出電極33の各電極

板 3 3 A と Y 軸方向の隙間を介して噛合している。

【 0 0 6 4 】

3 5 は基板 2 2 と中央質量部 2 3 との間に設けられた角速度検出手段としての角速度検出部で、該角速度検出部 3 5 は、固定側検出電極 3 3 と可動側検出電極 3 4 とからなる平行平板コンデンサを構成し、中央質量部 2 3 が Z 軸周りの角速度に応じたコリオリ力によって Y 軸方向に変位するときには、この角速度を検出電極 3 3, 3 4 間の静電容量の変化として検出するものである。

【 0 0 6 5 】

本実施の形態による角速度センサ 2 1 は上述の如き構成を有するもので、センサの作動時には、まず各振動発生部 3 1 に交流の駆動信号を印加すると、各外側質量部 2 4 は、図 5 中の矢示 a 1, a 2 方向に振動する。このとき、各支持梁 2 5 が X 軸方向に撓み変形し、外側質量部 2 4 の振動が支持梁 2 5 と検出梁 2 6 を介して中央質量部 2 3 に伝わることにより、中央質量部 2 3 は、外側質量部 2 4 と逆位相で矢示 a 2, a 1 方向に振動する。

【 0 0 6 6 】

そして、角速度センサ 2 1 に Z 軸周りの角速度 Ω' が加わると、中央質量部 2 3 は、検出梁 2 6 が撓むことにより、コリオリ力 F' に応じて Y 軸方向に変位する。この結果、角速度検出部 3 5 の静電容量が変化するので、この静電容量の変化が角速度 Ω' として検出される。

【 0 0 6 7 】

また、固定部 2 7 は、支持梁 2 5 の節部 2 5 A を支持しているため、質量部 2 3, 2 4 の振動が基板 2 2 に伝わるのを抑制することができる。

【 0 0 6 8 】

かくして、このように構成される本実施の形態でも、第 1 の実施の形態とほぼ同様の作用効果を得ることができる。そして、特に本実施の形態では、中央質量部 2 3 を検出梁 2 6 によって支持梁 2 5 に連結する構成としたので、角速度 Ω' が加わっていないときには、支持梁 2 5 が撓み変形することによって質量部 2 3, 2 4 が X 軸方向だけに振動し、検出梁 2 6 は Y 軸方向に撓み変形しない状態を保持することができる。従って、支持梁 2 5 の撓み変形によって中央質量部 2 3

がX軸方向に振動しつつY軸方向にも変位するのを防止でき、検出精度を向上させることができる。

【 0 0 6 9 】

また、可動側駆動電極 3 0 を外側質量部 2 4 に設けたので、可動側検出電極 3 4 が設けられた中央質量部 2 3 の構造を簡略化することができる。

【 0 0 7 0 】

次に、図 6 および図 7 は本発明による第 3 の実施の形態を示し、本実施の形態の特徴は、第 1、第 2 の質量部間に第 3 の質量部を設ける構成としたことにある。なお、本実施の形態では、第 1 の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

【 0 0 7 1 】

4 1 は本実施の形態による角速度センサ、4 2 は該角速度センサ 4 1 の基板で、該基板 4 2 上には、例えば低抵抗なシリコン材料等を用いて後述の中央質量部 4 3、外側質量部 4 4、棒状質量部 4 5、支持梁 4 6、連結部 4 7、検出梁 4 8、固定部 4 9、駆動電極 5 1、5 2、検出電極 5 5、5 6 等が形成されている。

【 0 0 7 2 】

4 3 は基板 4 2 の中央近傍に配置された第 1 の質量部としての中央質量部で、該中央質量部 4 3 は、図 6、図 7 に示す如く、略「日」の字をなす棒状体として形成され、互いに対向してX軸方向に延びた横棒部 4 3 A、4 3 A と、該各横棒部 4 3 A の両端側を連結してY軸方向に延びた縦棒部 4 3 B、4 3 B と、各横棒部 4 3 A 間に位置してX軸方向に延設され、各縦棒部 4 3 B のほぼ中間部位を連結した中間棒部 4 3 C とによって構成されている。

【 0 0 7 3 】

そして、中央質量部 4 3 は、支持梁 4 6、連結部 4 7 および検出梁 4 8 を介して外側質量部 4 4 と棒状質量部 4 5 とに連結され、これらの質量部 4 3、4 4、4 5 は、支持梁 4 6 によってX軸方向（振動方向）に変位可能に支持されると共に、基板 4 2 と平行な平面内でY軸方向に沿ってほぼ直線状に並んで配置されている。また、中央質量部 4 3 は、検出梁 4 8 によってY軸方向（検出方向）に変位可能に支持されている。

【 0 0 7 4 】

4 4, 4 4 は Y 軸方向に対して中央質量部 4 3 の両側に配置された第 2 の質量部としての一对の外側質量部で、該各外側質量部 4 4 は、支持梁 4 6 の両端側に固着され、中央質量部 4 3 (棒状質量部 4 5) に対して X 軸方向に変位可能となっている。

【 0 0 7 5 】

4 5 は中央質量部 4 3 と各外側質量部 4 4 との間に配置された第 3 の質量部としての棒状質量部で、該棒状質量部 4 5 は、中央質量部 4 3 を取囲む四角形の棒状体によって形成され、互いに対向して X 軸方向に延びた横棒部 4 5 A, 4 5 A と、該各横棒部 4 5 A の両端側を連結して Y 軸方向に延びた縦棒部 4 5 B, 4 5 B とによって「口」字状に構成されている。そして、棒状質量部 4 5 は、その内側部位が検出梁 4 8 を介して中央質量部 4 3 と連結され、外側部位が連結部 4 7 を介して支持梁 4 6 と連結されている。

【 0 0 7 6 】

4 6, 4 6 は各外側質量部 4 4 を X 軸方向に変位可能に連結する例えば 2 本の支持梁で、該各支持梁 4 6 は、互いにほぼ等しい長さ寸法をもって直線状に形成され、X 軸方向に撓み変形可能となっている。また、支持梁 4 6 は、棒状質量部 4 5 の左、右両側に配置され、Y 軸方向に延びている。

【 0 0 7 7 】

そして、角速度センサ 4 1 の作動時には、中央質量部 4 3 (棒状質量部 4 5) と外側質量部 4 4 とが支持梁 4 6 等を介して互いにほぼ逆位相で X 軸方向に振動し、このとき支持梁 4 6 の長さ方向途中部位には、ほぼ一定の位置を保持する節部 4 6 A, 4 6 A が配置される構成となっている。

【 0 0 7 8 】

4 7, 4 7 は棒状質量部 4 5 と支持梁 4 6 とを連結する左、右の連結部で、該各連結部 4 7 は高い剛性をもって形成され、棒状質量部 4 5 が支持梁 4 6 に対して Y 軸方向に変位するのを規制している。

【 0 0 7 9 】

4 8, 4 8, … は中央質量部 4 3 と棒状質量部 4 5 とを連結する例えば 4 本の

検出梁で、該各検出梁 4 8 は、一端側が中央質量部 4 3 の 4 隅に連結され、他端側が X 軸方向に延びて棒状質量部 4 5 の各横棒部 4 5 A に連結されると共に、Y 軸方向に撓み変形可能となっている。そして、検出梁 4 8 は、中央質量部 4 3 を Y 軸方向に変位可能に支持し、中央質量部 4 3 が棒状質量部 4 5 内で X 軸方向に変位するのを規制している。

【 0 0 8 0 】

4 9 は支持梁 4 6 の節部 4 6 A を基板 4 2 に接続する固定部で、該各固定部 4 9 は、質量部 4 3, 4 4, 4 5 を取囲む四角形の棒状体によって形成され基板 4 2 上に固定された台座部 4 9 A と、該台座部 4 9 A の内側部位に一体に設けられた、基板 4 2 から離間して配置された例えば 4 個の腕部 4 9 B, 4 9 B, … によって構成されている。

【 0 0 8 1 】

そして、各腕部 4 9 B は、X 軸方向に対して各支持梁 4 6 の左、右両側に 2 個ずつ配置され、Y 軸方向に離間している。また、腕部 4 9 B は、第 1 の実施の形態とほぼ同様に、先端側が支持梁 4 6 の節部 4 6 A に連結され、これにより固定部 4 9 は、質量部 4 3, 4 4, 4 5 の振動が基板 4 2 に伝わるのを抑制するものである。

【 0 0 8 2 】

一方、5 0, 5 0, … は基板 4 2 上に固定的に設けられた例えば 4 個の駆動電極用支持部で、該各駆動電極用支持部 5 0 は、Y 軸方向に対し外側質量部 4 4 を挟んで両側に 2 個ずつ配置されている。

【 0 0 8 3 】

5 1, 5 1, … は各駆動電極用支持部 5 0 にそれぞれ設けられた固定側駆動電極で、該各固定側駆動電極 5 1 は、X 軸方向に突出し Y 軸方向に間隔をもって櫛歯状に配置された複数の電極板 5 1 A, 5 1 A, … を有している。

【 0 0 8 4 】

5 2, 5 2, … は各固定側駆動電極 5 1 に対応して外側質量部 4 4 にそれぞれ設けられた可動側駆動電極で、該各可動側駆動電極 5 2 は、X 軸方向に櫛歯状をなして突出し、固定側駆動電極 5 1 の各電極板 5 1 A と噛合した複数の電極板 5

2 A, 5 2 A, ...を有している。

【 0 0 8 5 】

5 3, 5 3, ...は基板 4 2 と外側質量部 4 4 との間に設けられた振動発生手段としての振動発生部で、該各振動発生部 5 3 は、固定側駆動電極 5 1 と可動側駆動電極 5 2 とによって構成され、その電極板 5 1 A, 5 2 A 間に静電引力を発生することにより、外側質量部 4 4 を図 6 中の矢示 a 1, a 2 方向に振動させるものである。

【 0 0 8 6 】

5 4, 5 4 は中央質量部 4 3 の内側に位置して基板 4 2 上に設けられた 2 個の検出電極用支持部で、該各検出電極用支持部 5 4 は、Y 軸方向に対して中央質量部 4 3 の中間枠部 4 3 C を挟んで両側に配置されている。

【 0 0 8 7 】

5 5, 5 5, ...は各検出電極用支持部 5 4 にそれぞれ複数個設けられた固定側検出電極で、該各固定側検出電極 5 5 は、X 軸方向に突出し Y 軸方向の間隔をもって櫛歯状に配置された複数の電極板 5 5 A, 5 5 A, ...を有している。

【 0 0 8 8 】

5 6, 5 6, ...は各固定側検出電極 5 5 に対応して中央質量部 4 3 に複数個設けられた可動側検出電極で、該各可動側検出電極 5 6 は、X 軸方向に櫛歯状をなして突出し、固定側検出電極 5 5 の各電極板 5 5 A に対し Y 軸方向の隙間を挟んで噛合した複数の電極板 5 6 A, 5 6 A, ...を有している。

【 0 0 8 9 】

5 7, 5 7 は基板 4 2 と中央質量部 4 3 との間に設けられた角速度検出手段としての角速度検出部で、該各角速度検出部 5 7 は、固定側検出電極 5 5 と可動側検出電極 5 6 とによって構成されている。そして、角速度検出部 5 7 は、中央質量部 4 3 が Z 軸周りの角速度 Ω' によって Y 軸方向に変位するときに、電極板 5 5 A, 5 6 A 間の静電容量が変化する平行平板コンデンサを形成している。

【 0 0 9 0 】

本実施の形態による角速度センサ 4 1 は上述の如き構成を有するもので、次にその作動について説明する。

【 0 0 9 1 】

まず、各振動発生部 5 3 に交流の駆動信号を印加すると、外側質量部 4 4 は、図 7 中の矢示 a 1 , a 2 方向に振動する。このとき、各支持梁 4 6 が X 軸方向に撓み変形し、外側質量部 4 4 の振動が連結部 4 7 を介して棒状質量部 4 5 に伝わることにより、棒状質量部 4 5 は、中央質量部 4 3 と一体となって外側質量部 4 4 に対し逆位相で矢示 a 2 , a 1 方向に振動する。

【 0 0 9 2 】

そして、角速度センサに Z 軸周りの角速度 Ω' が加わると、中央質量部 4 3 は、検出梁 4 8 が撓み変形することにより、棒状質量部 4 5 内でコリオリ力 F' に応じて Y 軸方向に変位する。この結果、角速度検出部 5 7 の静電容量が変化するので、この静電容量の変化が角速度 Ω' として検出される。

【 0 0 9 3 】

また、固定部 4 9 の各腕部 4 9 B は、支持梁 4 6 の節部 4 6 A を支持しているため、質量部 4 3 , 4 4 , 4 5 の振動が基板 4 2 に伝わるのを抑制することができる。

【 0 0 9 4 】

かくして、このように構成される本実施の形態でも、前記第 1 の実施の形態とほぼ同様の作用効果を得ることができる。そして、特に本実施の形態では、中央質量部 4 3 と外側質量部 4 4 との間に棒状質量部 4 5 を設ける構成としたので、角速度 Ω' が加わっていないときには、支持梁 4 6 が撓み変形しても、中央質量部 4 3 は、棒状質量部 4 5 内で X 軸方向だけに振動することができる。

【 0 0 9 5 】

従って、棒状質量部 4 5 は、支持梁 4 6 の撓み変形が Y 軸方向への変位となって中央質量部 4 3 に伝わるのを遮断でき、検出精度をより向上させることができる。

【 0 0 9 6 】

次に、図 8 は本発明による第 4 の実施の形態を示し、本実施の形態の特徴は、固定部に二又状の腕部を設ける構成としたことにある。なお、本実施の形態では、前記第 3 の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略

するものとする。

【0097】

61は支持梁46の各節部46Aを基板42に接続する固定部で、該固定部61は、第3の実施の形態とほぼ同様に、基板42上に固定された棒状の台座部61Aと、該台座部61Aの内側部位に設けられた腕部61Bとによって構成されている。

【0098】

しかし、腕部61Bは、基端側が台座部61Aに1箇所で固定され先端側が略「T」字状に分岐した分岐部61B1と、該分岐部61B1の先端側からX軸方向に突出し、支持梁46の各節部46Aをそれぞれ支持する支持突部61B2、61B2とによって構成され、これらの分岐部61B1と支持突部61B2とは基板42から離間している。

【0099】

かくして、このように構成される本実施の形態でも、第3の実施の形態とほぼ同様の作用効果を得ることができる。そして、特に本実施の形態では、固定部61の腕部61Bが二又状に分岐する構成としたので、その分岐部61B1の基端側を台座部61A（基板42）に対して1箇所で固定することができる。

【0100】

従って、例えば基板42の熱膨張、熱収縮等によって支持梁46の各節部46A間で基板42の寸法Dが変化する場合でも、各節部46A間の間隔を拡大または縮小させる方向の応力が基板42側から腕部61Bや支持梁46等に加わるのを防止でき、信頼性を高めることができる。

【0101】

なお、前記第3の実施の形態では、固定部49の台座部49Aから支持梁46の各節部46Aに向けて直線状の腕部49Bを突出させる構成としたが、本発明はこれに限らず、例えば図9に示す変形例のように、固定部49'の台座部49A'と腕部49B'との間に略コ字状の緩衝部49C'を設け、支持梁46の撓み変形によって腕部49B'に応力が加わるときには、この応力を緩衝部49C'が僅かに撓み変形することによって緩衝する構成としてもよい。

【 0 1 0 2 】

【発明の効果】

以上詳述した通り、請求項 1 の発明によれば、基板上に配置した複数の質量部を支持梁によって連結し、該支持梁のうち隣合う質量部が逆位相で振動するときの節に対応する部位を固定部によって基板に接続する構成としたので、支持梁の途中部位等に配置される振動の節の位置では、各質量部の振動（慣性力）を互いに打消すことができる。そして、固定部は、支持梁の節の位置で各質量部を支持しているので、その振動が支持梁を介して基板に伝わるのを確実に抑制することができる。これにより、振動発生手段による振動エネルギーを基板側に逃がすことなく、各質量部を所定の振幅、振動速度等で効率よく振動させることができ、センサの検出感度を安定させることができる。また、基板に振動が伝わることによって各質量部が角速度の検出方向に誤って変位するのを防止でき、センサの検出精度を高めて信頼性を向上させることができる。

【 0 1 0 3 】

また、請求項 2 の発明によれば、角速度検出手段は、各質量部が Z 軸方向に変位するときの変位量を検出する構成としたので、各質量部を X 軸方向に振動させつつ、角速度に応じて Z 軸方向に変位させることができ、このときの変位量を角速度として検出することができる。

【 0 1 0 4 】

また、請求項 3 の発明によれば、各質量部を、検出梁によって支持され Y 軸方向の変位量が角速度として検出される第 1 の質量部と、該第 1 の質量部の両側に位置する第 2 の質量部とによって構成したので、第 1 の質量部を挟んで第 2 の質量部を対称に配置でき、各質量部を X 軸方向に対して互いに逆位相で安定的に振動させることができる。そして、この状態で第 1 の質量部が検出梁を介して Y 軸方向に変位するときの変位量を角速度として検出することができる。また、角速度が加わっていないときには、例えば支持梁が X 軸方向に撓み変形することによって第 1、第 2 の質量部を X 軸方向だけに振動させることができ、検出梁は Y 軸方向に変位しない状態を保持することができる。従って、第 1 の質量部が支持梁の撓み変形等によって Y 軸方向にも誤って変位するのを防止でき、検出精度を高

めて信頼性を向上させることができる。

【 0 1 0 5 】

一方、請求項 4 の発明によれば、各第 2 の質量部を支持梁によって X 軸方向に変位可能に連結し、第 3 の質量部を連結部によって支持梁に連結し、第 1 の質量部を検出梁によって第 3 の質量部内に Y 軸方向に変位可能に連結する構成としたので、第 1、第 2、第 3 の質量部全体を振動発生手段によって X 軸方向に振動させつつ、第 1 の質量部が検出梁を介して Y 軸方向に変位するときの変位量を角速度として検出でき、このとき各質量部の振動が支持梁を介して基板に伝わるのを確実に抑制することができる。また、第 3 の質量部は、角速度が加わっていないときに、支持梁の撓み変形等が Y 軸方向への変位となって第 1 の質量部に伝わるのを遮断でき、検出精度をより向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態による角速度センサを示す平面図である。

【図 2】

角速度センサを図 1 中の矢示 II-II 方向からみた断面図である。

【図 3】

角速度センサを図 1 中の矢示 III - III 方向からみた断面図である。

【図 4】

中央質量部と外側質量部とが逆位相で振動する状態を示す平面図である。

【図 5】

本発明の第 2 の実施の形態による角速度センサを示す平面図である。

【図 6】

本発明の第 3 の実施の形態による角速度センサを示す平面図である。

【図 7】

中央質量部と棒状質量部とが外側質量部に対して逆位相で振動する状態を示す角速度センサの要部拡大図である。

【図 8】

本発明の第 4 の実施の形態による加速度センサを図 7 と同様位置からみた要部

拡大図である。

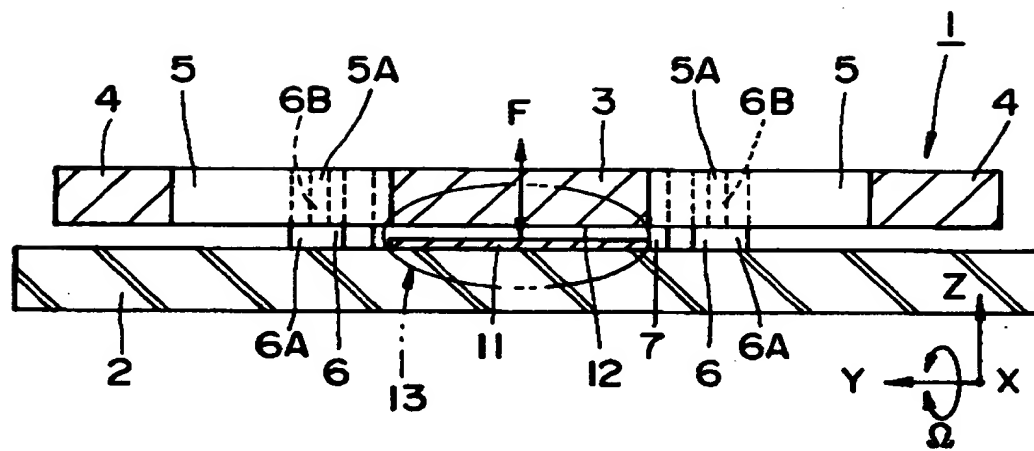
【図 9】

第 3 の実施の形態の変形例を示す角速度センサの要部拡大図である。

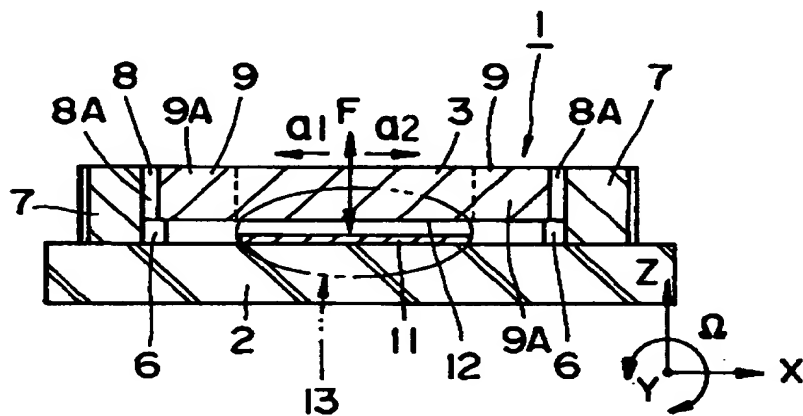
【符号の説明】

- 1, 21, 41 角速度センサ
- 2, 22, 42 基板
- 3, 23, 43 中央質量部 (第 1 の質量部)
- 4, 24, 44 外側質量部 (第 2 の質量部)
- 5, 25, 46 支持梁
- 5A, 25A, 46A 節部
- 6, 27, 49, 61 固定部
- 7, 28, 50 駆動電極用支持部
- 8, 29, 51 固定側駆動電極
- 9, 30, 52 可動側駆動電極
- 10, 31, 53 振動発生部 (振動発生手段)
- 11, 33, 55 固定側検出電極
- 12, 34, 56 可動側検出電極
- 13, 35, 57 角速度検出部 (角速度検出手段)
- 26, 48 検出梁
- 32, 54 検出電極用支持部
- 45 棒状質量部 (第 3 の質量部)
- 47 連結部

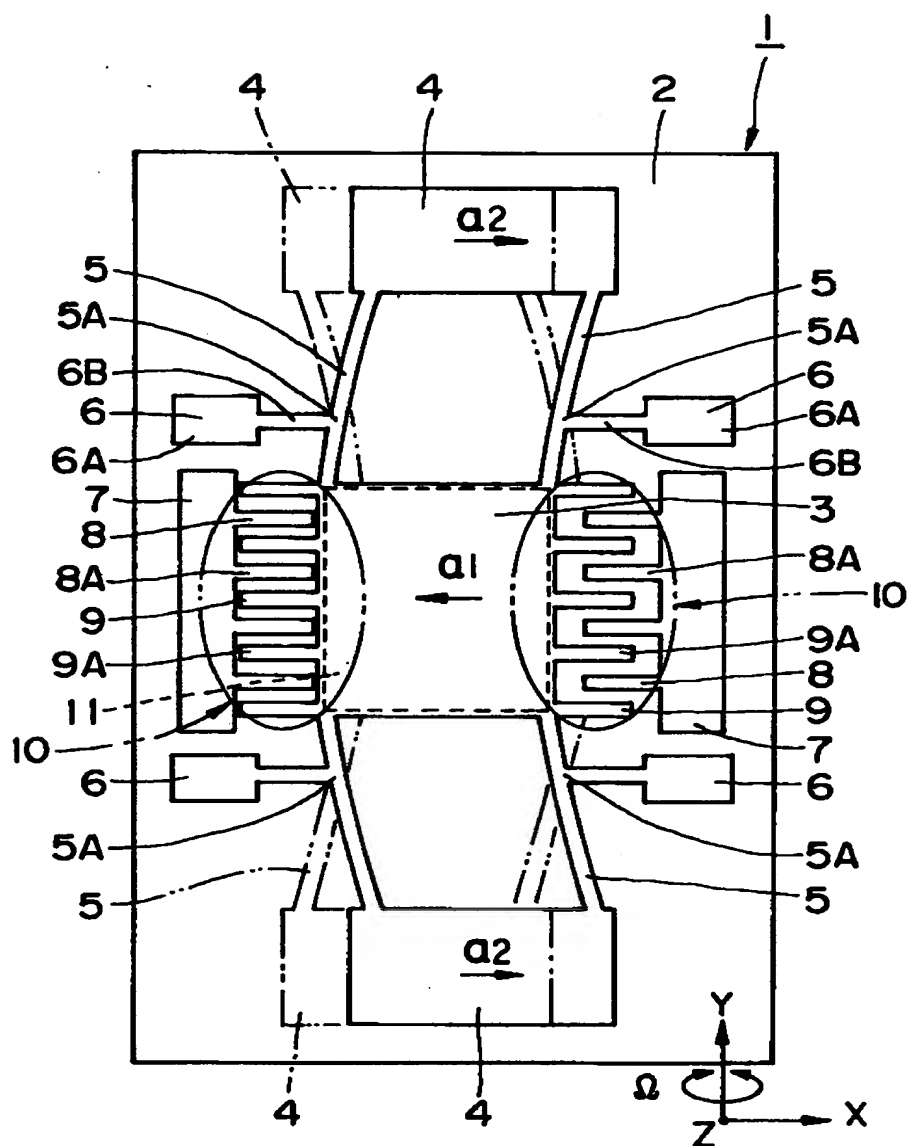
【図2】



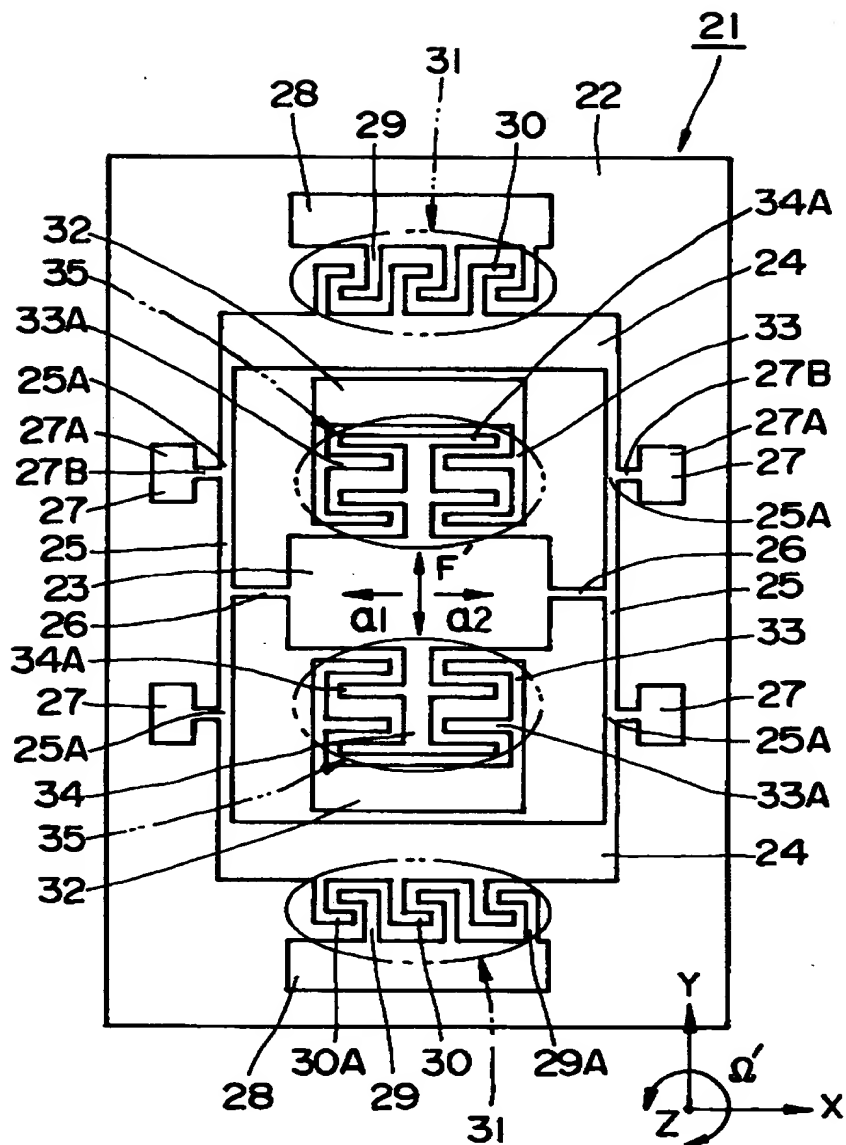
【図3】



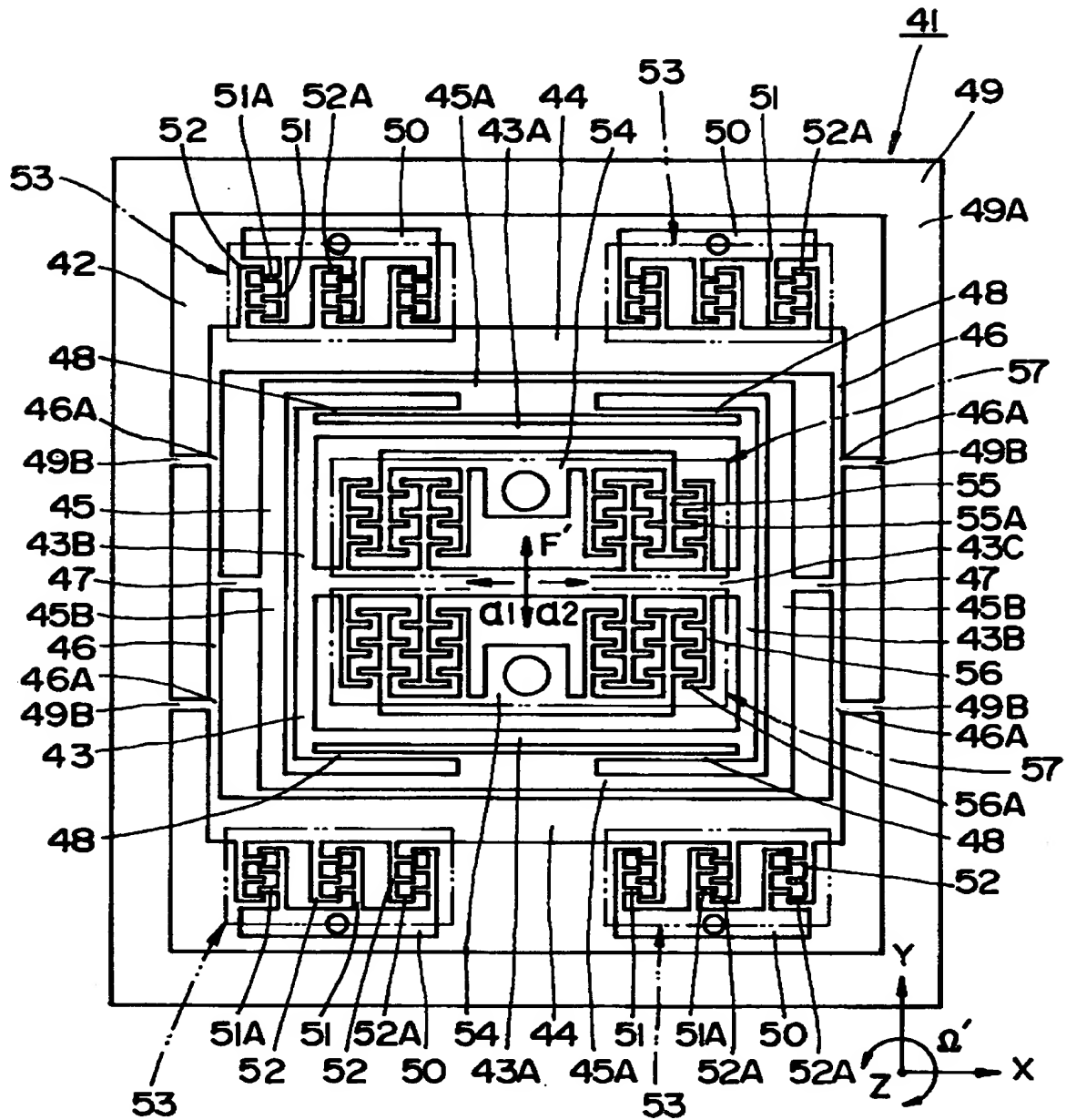
【図4】



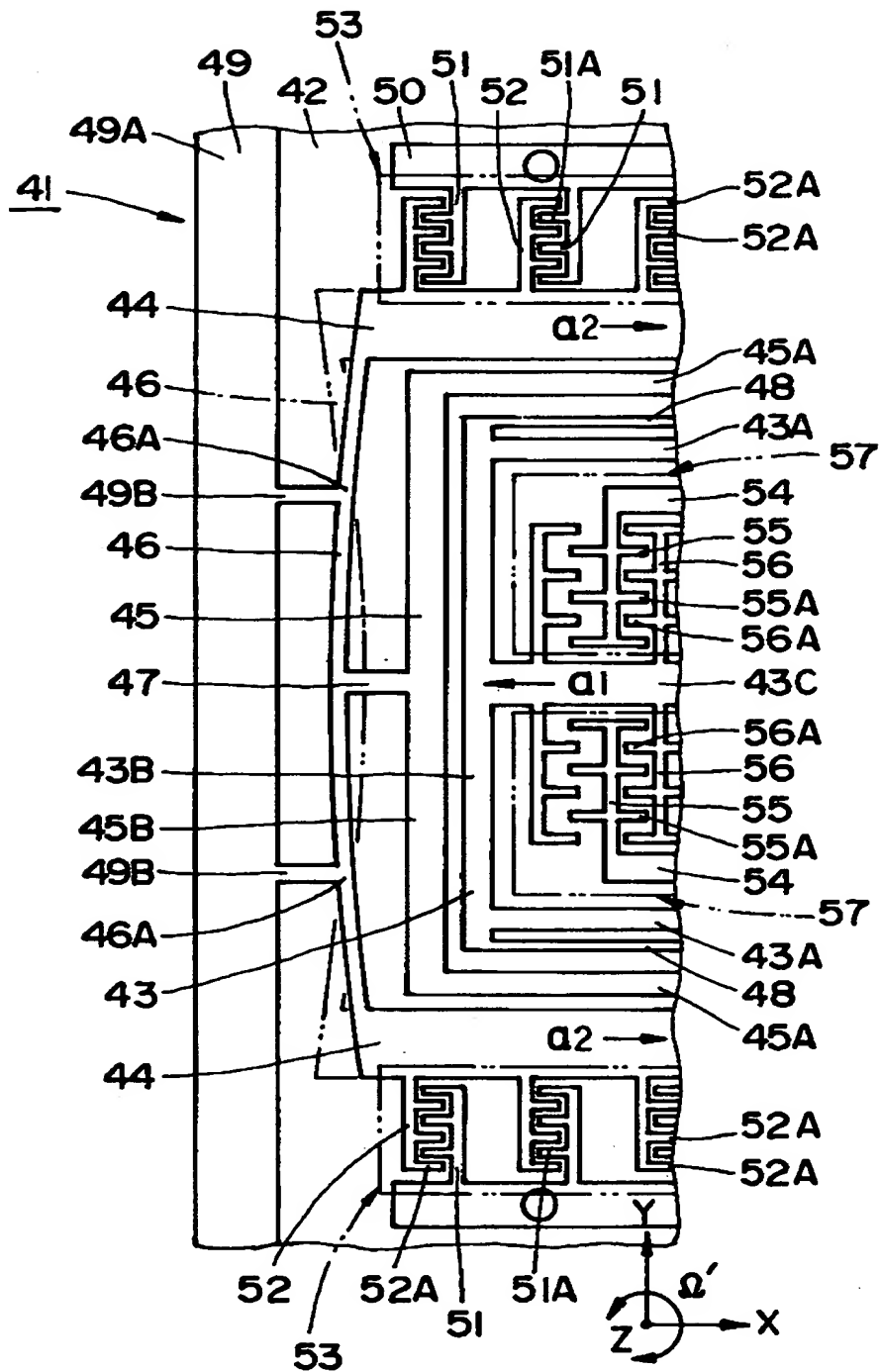
【図 5】



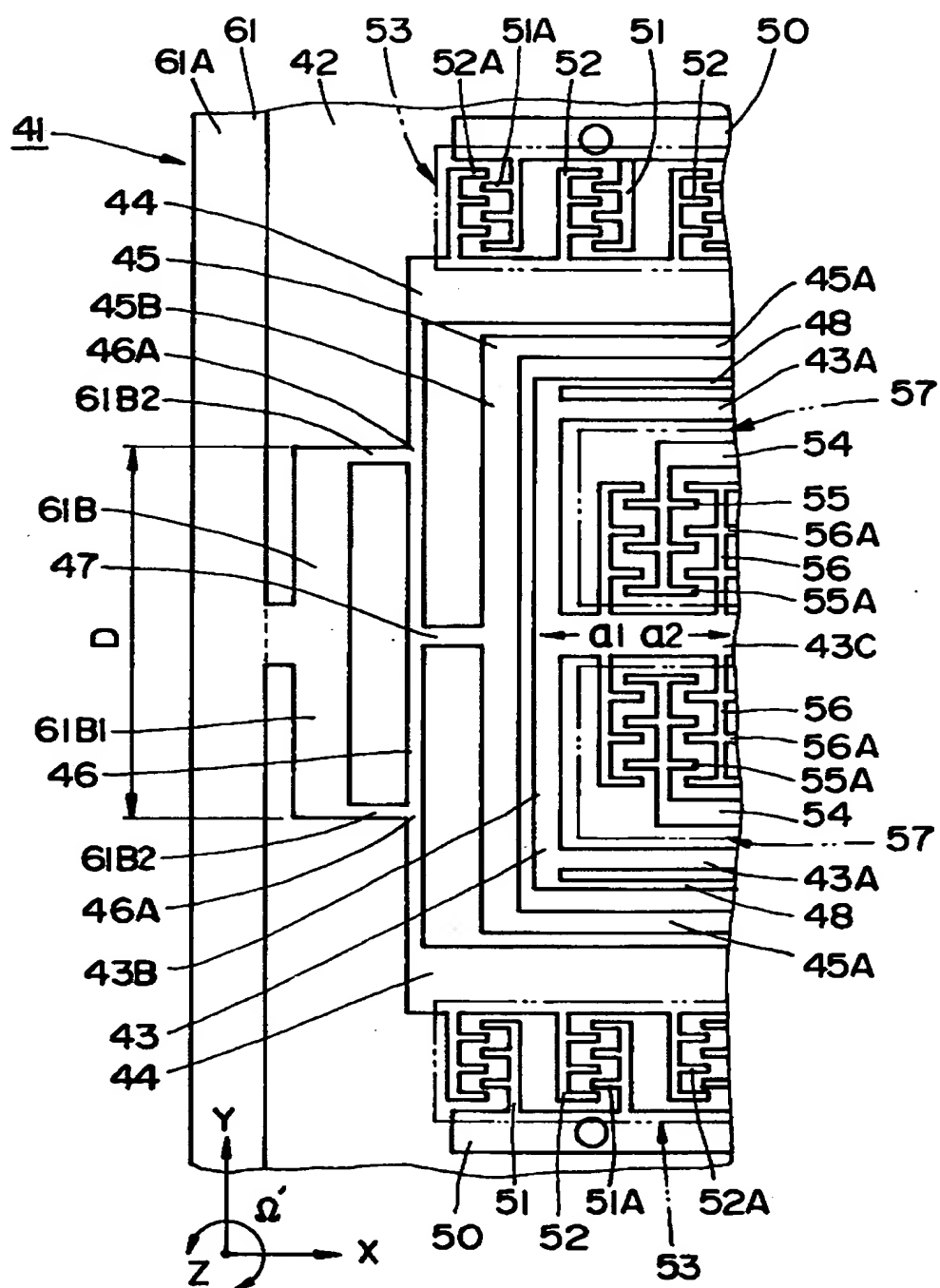
【図6】



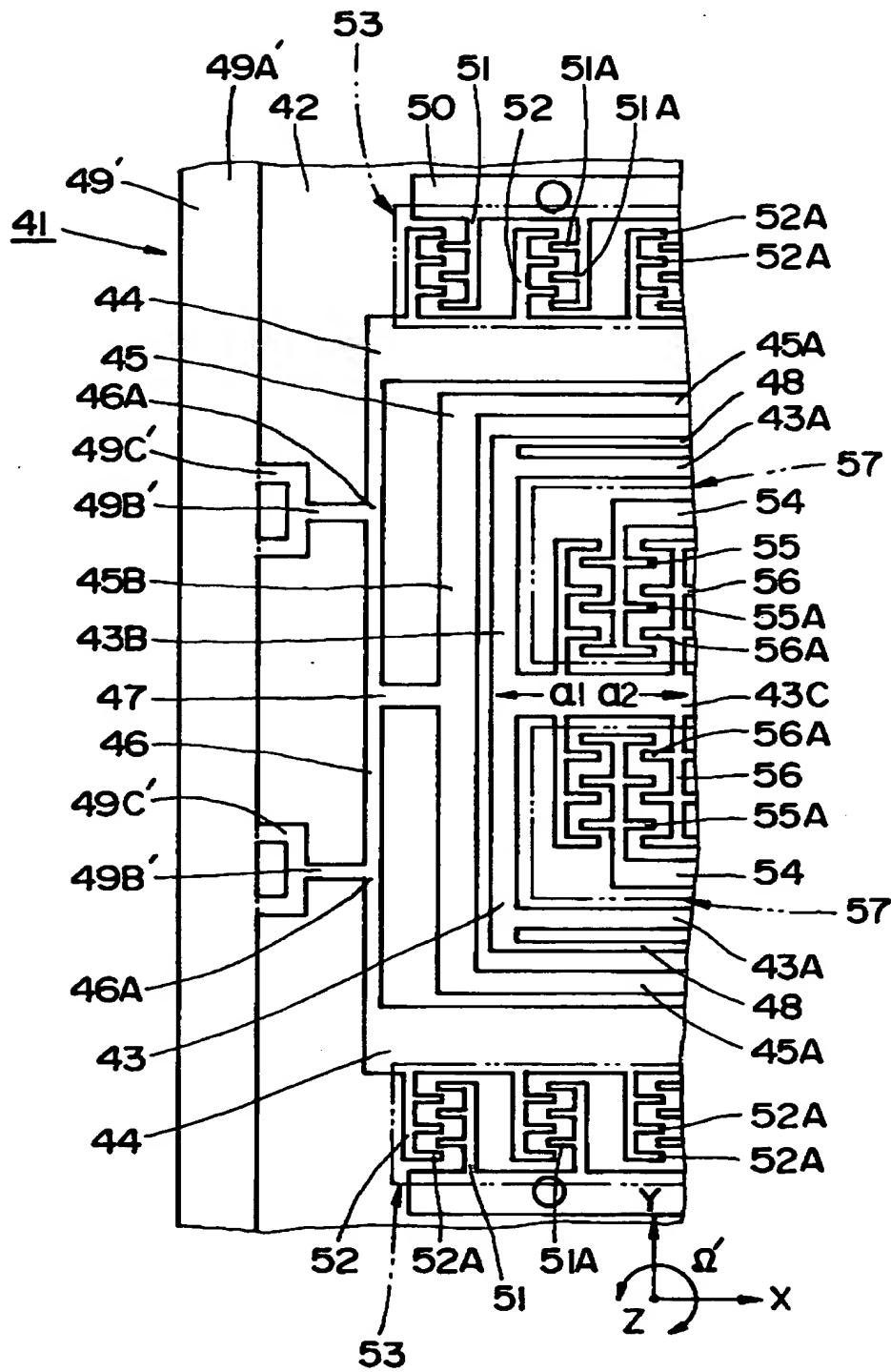
【図 7】



【図 8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 各質量部を連結する支持梁を適切な位置で支持することにより、質量部の振動が基板に伝わるのを防止し、検出精度を高めて信頼性を向上させる。

【解決手段】 中央質量部 3 と一対の外側質量部 4, 4 とを支持梁 5 によって X 軸方向に変位可能に連結する。そして、角速度センサ 1 の作動時には、振動発生手段 10 によって質量部 3, 4 を X 軸方向に対して互いにほぼ逆位相で振動させ、この状態で Y 軸周りの角速度 Ω が加わるときには、質量部 3, 4 が Z 軸方向に変位するときの変位量を角速度 Ω として検出する。また、基板 2 上に設けた固定部 6 は、支持梁 5 のうち質量部 3, 4 が互いに逆位相で振動するときの節に対応する節部 5 A を支持することにより、質量部 3, 4 の振動が基板 2 に伝わるのを抑制する。

【選択図】 図 1

特2000-207128

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-207128
受付番号	50000859400
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成12年 7月10日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年 7月 7日
-------	-------------

次頁無

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号 [000006231]

1. 変更年月日	1990年 8月28日
[変更理由]	新規登録
住 所	京都府長岡京市天神二丁目26番10号
氏 名	株式会社村田製作所